

P 18: Poster: Diagnostics

Time: Thursday 16:00–18:00

Location: Lichthof

P 18.1 Th 16:00 Lichthof

Improved chopping of a lithium beam for plasma edge diagnostic at ASDEX Upgrade. — ●MATTHIAS WILLENSDORFER¹, ELISABETH WOLFRUM², JOSEF SCHWEINZER², FRIEDRICH AUMAYR¹, and THE ASDEX UPGRADE TEAM² — ¹Institut für Angewandte Physik, Technische Universität Wien, EURATOM-ÖAW Ass., Wiedner Hauptstrasse 8-10, A-1040 Wien, Austria — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Ass., Boltzmannstr. 2, D-85748 Garching, Germany

The lithium beam diagnostic at ASDEX Upgrade routinely delivers electron density edge profiles by lithium beam impact excitation spectroscopy (Li-IXS). An accurate background subtraction requires a periodically chopped lithium beam. A new improved chopping system was developed and installed. The new chopping system involves a voltage modulation for the extractor electrode and one for the deflection plates.

The modulation of the extractor electrode reduced the unused portion of lithium ions. An improved stability of the beam with respect to its position was found. Furthermore the data suggested an extended emitter lifetime and less sparks. The extractor chopping also surprised with its insensitivity to sparks.

The deflection chopping experiments demonstrated that beam chopping in the kHz range is possible. The significantly higher modulation frequency of the deflection chopping revealed a slightly lower observed electron density in the outer region ($\rho_p > 1.05$) during edge localized modes (ELMs) due to the improved background subtraction. A better accuracy could also be achieved during other fast transient phenomena.

P 18.2 Th 16:00 Lichthof

Elektronentemperaturbestimmung in der Abschältschicht von ASDEX Upgrade durch Helium-I Linien und Bayes'sche Statistik — ●BERNHARD SIEGLIN¹, RAINER FISCHER¹, ELISABETH WOLFRUM¹, BERND WIELAND¹ und DAS ASDEX UPGRADE TEAM^{1,2} — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik — ²EURATOM Association

Für zukünftige Fusionsreaktoren ist es wichtig den Wärmetransport in der Randschicht des Tokamaks besser zu verstehen. Dazu müssen die Elektronendichte- und Elektronentemperatur (T_e)-Profile in der Abschältschicht (scrape-off layer) des Reaktors bestimmt werden. Da aufgrund der hohen Wärmeflüsse in der Randschicht der Einsatz materieller Sonden nur begrenzt möglich ist, werden vermehrt spektroskopische Messungen verwendet. Es soll hier nun untersucht werden, ob eine T_e -Messung passiv, über das schon im Plasma vorhandene Helium, erfolgen kann. Hierzu werden die linienintegrierten Intensitätsverhältnisse einer Singulett- und einer Triplettlinie genutzt. Das T_e -Profil wird mit Hilfe eines Stoss-Strahlungsmodells bestimmt. Im Rahmen der Bayes'schen Wahrscheinlichkeitstheorie wird die Posteriorverteilung maximiert und so das T_e -Profil mitsamt seinen Unsicherheiten bestimmt. Die Messungen an ASDEX Upgrade werden mit den Daten anderer Diagnostiken, wie Langmuirsonden und Thomsonstreuung verglichen.

P 18.3 Th 16:00 Lichthof

Laserabsorptionsspektroskopie zur Quantifizierung von Caesium — ●CHRISTIAN WIMMER¹, STEFAN BRIEF¹ und URSEL FANTZ^{1,2} — ¹Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, 85748 Garching

Caesium wird aufgrund seiner niedrigen Elektronenausstrittsarbeit zur Erzeugung von H^- über einen Oberflächenprozess in Wasserstoffplasmen genutzt, welche eine wichtige Rolle für die Neutralteilchenheizung von ITER spielen. Mittels Verdampfung von Cs sollen stabile dünne und homogene Schichten auf dem Extraktionsgitter erzeugt werden. Für einen optimalen Betrieb ist es notwendig, Verdampfung und Umverteilung des Cs in der Ionenquelle zu diagnostizieren. Eine Möglichkeit hierbei ist die Laserabsorptionsspektroskopie an der Cs D2-Linie, mit welcher man eine sichtstrahlintegrierte Cs-Dichte bestimmen kann. Ihre Vorteile sind, dass sie im Gegensatz zur optischen Emissionsspektroskopie (OES) nicht nur während der Plasmaphasen eingesetzt werden kann und im Vergleich zur Weißlichtabsorptionsspektroskopie (ABS) aufgrund des wesentlich besseren Signal/Rauschverhältnisses niedrigere Cs-Dichten detektiert werden können. Zudem ist der Auf-

bau einfacher an den schwer zugänglichen Ionenquellen zu realisieren. Zur Voruntersuchung der Machbarkeit wurde die Laserabsorptionsspektroskopie an einem Laborexperiment (ICP: 27,12 MHz) aufgebaut und für die Anwendung zur Quantifizierung von Caesium verifiziert, sowie mit anderen Diagnostiken (ABS, OES, Langmuir-Taylor-Detektor) verglichen.

P 18.4 Th 16:00 Lichthof

Laserdetachment zur Messung von H^- -Ionendichten — ●THOMAS MAIER¹ und URSEL FANTZ^{1,2} — ¹Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, 85748 Garching

Die Untersuchung von H^-/D^- -Ionen ist bedeutend für die Entwicklung der Neutralteilchenheizung von ITER, die auf deren Basis arbeiten wird. Eine der wenigen Methoden zur Bestimmung der Dichte von H^- -Ionen ist das Laserdetachment ($H^- + h\nu \rightarrow H + e$), welches zudem ortsauflöste Messungen ermöglicht. Diese Diagnostik wurde an einem ECR Plasma realisiert, welches die H^- -Ionen mittels Volumenprozess ($H_2(v'') + e \rightarrow H^- + H$) erzeugt. Das zeitlich stabile und leicht zugängliche Plasma erlaubt die Einstellung der Plasmamparameter in einem günstigen Bereich für die H^- -Produktion. Zudem kann die H^- -Dichte weiter maximiert werden: Mit Hilfe des Tandem-Prinzips mit Bereichen unterschiedlicher Elektronentemperaturen ("Meshed Grid Bias Method") sowie durch die zusätzliche Einbringung einer Oberfläche mit geringer Austrittsarbeit (Oberflächenprozess). Um eine reproduzierbare Detachment-Messung am mit ca. 50kHz oszillierenden Plasma zu ermöglichen wurde eine Trigger- und Messschaltung entwickelt. Die dadurch mögliche Mittelung vieler Messungen zum gleichen Plasmazustand und die Verringerung des Signal-Rausch-Abstandes erlaubt eine Nachweisgrenze der H^- -Ionen von unter 2% $n(H^-)/n_e$.

Die so erhaltenen H^- -Dichten werden für die verschiedenen Konfigurationen des Experiments gegenübergestellt und diskutiert.

P 18.5 Th 16:00 Lichthof

Characterisation of the effluent of a He/O₂ atmospheric pressure microplasma jet by molecular beam mass spectrometry — ●DIRK ELLERWEG¹, NIKOLAS KNAKE², VOLKER SCHULZ-VON GATHEN², JAN BENEDIKT¹, and ACHIM VON KEUDELL¹ — ¹AG Reaktive Plasmen, Ruhr-Universität Bochum — ²Anwendungsorientierte Plasmaphysik, Ruhr-Universität Bochum

The experimental characterisation of the plasma chemistry of atmospheric pressure microplasmas is a difficult task due to the high pressure and the small dimensions. A powerful diagnostic suited for this problem is a mass spectrometer (MS) because it can measure directly the densities of almost all species. Thereby one must consider that the MS requires a low pressure whereas the microplasma needs to be operated at atmospheric pressure in an undisturbed manner. Thus a differential pumping system consisting of several pumping stages must be used. Here, a novel gas sampling design is presented that achieves a beam-to-background ratio up to 14 and a sensitivity down to 0.5 ppm. With the help of this gas sampling system the effluent of a He/O₂ microscale atmospheric pressure plasma jet placed in a helium atmosphere has been analysed. The atomic oxygen density and the ozone density was determined as function of the O₂ admixture, the applied electrode voltage and the distance. The obtained atomic oxygen trends are verified by two-photon absorption laser-induced fluorescence spectroscopy measurements. The results are in very good agreement with each other. Additionally, the microplasma jet was placed in ambient air to determine the influence of admixing air.

P 18.6 Th 16:00 Lichthof

Electron density measurements in an inductively coupled radio frequency discharge by optical emission spectroscopy — ●SARAH SIEPA, EDMUND SCHÜNGEL, JULIAN SCHULZE, DIRK LUGGENHÖLSCHER, and UWE CZARNETZKI — Institute for Atomic and Plasma Physics, Ruhr-University Bochum, Germany

Optical emission spectroscopy (OES) is a non-intrusive diagnostic that provides access to plasma parameters such as the electron density and temperature. In this work the OES line-ratio technique developed by Pu et al. [1] is used to measure the electron density in an inductively coupled RF discharge operated in argon. Based on a collisional-

radiative model and for a given electron temperature, the electron density is determined by measuring the ratio of the intensities of specifically chosen emission lines without the need of any absolute calibration of the setup. A Maxwellian electron energy distribution function is assumed for the calculation of rate coefficients, which is well justified under the discharge conditions investigated as demonstrated by Celik [2]. Three different line-ratios have been used under various pressures and RF powers. The comparison of the results with Langmuir probe measurements of the electron density [2] shows that the OES line ratio technique works well. However, some limitations are found. For instance, the choice of emission lines is found to affect the results and a particular line pair is identified that yields optimum agreement with probe measurements. [1] X.-M. Zhu, W.-C. Chen, J. Li, Y.-K. Pu, J.Phys. D: Appl. Phys. 42 025203 (2009) [2] Aufbau und Erprobung eines Langmuir-Sondensystems, Y. Celik (2007)

P 18.7 Th 16:00 Lichthof

Electrical and emission spectroscopic investigation of a micro thin cathode discharge — ●BEILEI DU, SEBASTIAN MOHR, DIRK LUGGENHÖLSCHER, and UWE CZARNETZKI — Institute for Plasma and Atomic Physics, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum Germany

Micro hollow cathode discharges consist of two plan parallel electrodes separated by a thin dielectric (100 μm). A small hole with a diameter similar to the width of the dielectric penetrates this sandwich structure. If the cathode is made very thin, i.e. smaller than the hole diameter, the current density of the cathode edge can reach very high value that can lead to thermionic electron emission. We call this structure Micro Thin Cathode Discharge (MTCDD). At atmospheric pressure the MTCDD shows under DC-voltage a self-pulsing behavior due to a periodic arc transition. The current is temporally (a few 10 ns) supplied by the charge stored in the capacitance of the sandwich structure. High electron density in the range from 10^{16} cm^{-3} to 10^{17} cm^{-3} can be reached for a time of a few 100 ns. Current, voltage, plasma density, temperature and spatially resolved emission spectroscopy measurements are presented.

P 18.8 Th 16:00 Lichthof

Neutral and ion kinetics in a radio-frequency helicon discharge — ●YUSUF CELIK¹, DIRK LUGGENHÖLSCHER¹, MITSUTOSHI ARAMAKI², KOHEI OGIWARA³, MASAYOSHI TANAKA⁴, and UWE CZARNETZKI¹ — ¹Institute for Atomic and Plasma Physics, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Germany — ²Department of Electrical Engineering and Computer Science, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan — ³Interdisciplinary Graduate School of Engineering Science, Kyushu University, Kasuga 816-8580, Japan — ⁴Department of Advanced Energy Engineering Science, Kyushu University, Kasuga 816-8580, Japan

Laser spectroscopic measurements are performed in a helicon discharge in argon. The discharge is excited by a flat coil antenna in the azimuthally isotropic $m = 0$ mode. The flow velocity of neutrals is measured by laser-induced fluorescence (LIF) on metastable argon atoms. Excitation is done by an external cavity diode laser (ECDL) tuned at 696.73 nm. Emitted photons ($\lambda = 826.68$ nm) are observed perpendicular to the laser beam via an intensified CCD camera. LIF is also performed on metastable argon ions via a pulsed dye laser ($\Delta t = 5$ ns) to obtain the ion velocity flow. An ion drift outwards the center with a velocity in the order of 300 m/s is observed. The velocity distribution measurements are supplemented by probe measurements of the ion density, the ion velocity flow, the electron energy distribution, and the floating and plasma potentials at different discharge conditions. The ion velocity flow is obtained by directional Langmuir probe measurements.

P 18.9 Th 16:00 Lichthof

Field Evolution and Optical Excitation in Inductively Coupled Plasmas — ●DOMINIK WINTER, YUSUF CELIK, DIRK LUGGENHÖLSCHER, and UWE CZARNETZKI — Ruhr University Bochum

The evolution of electromagnetic fields within a planar coil, inductively coupled rf plasma is investigated. A comparison between results obtained by an analytical model, finite element simulation (COMSOL Multiphysics) and experimental data is shown. The analytical model describes the plasma as a conductive medium with a given homogeneous electron density and a constant phenomenological collision frequency over the entire discharge volume. The vacuum case is included in the limit of zero conductivity. The propagation of the electric field into the plasma chamber obtained by the model is in very good agreement with the simulation. On the other hand, the electrical field dis-

tribution is obtained experimentally by two independent techniques: B-dot probe and radio-frequency modulation spectroscopy (RF-MOS). The former measures the time varying magnetic field. Via Faradays law the electric field is inferred. The latter is a recently developed emission spectroscopic diagnostic for inductively coupled plasmas. It measures primarily the temporal modulation of the local electron energy distribution function (EEDF) by detecting small modulations in the percentage range of the optical line emission from the plasma. This can then be related to the local electric field. The spatial electric field distribution leads to the real and imaginary part of the dielectric constant of the plasma and finally to a value for the electron density and collision frequency.

P 18.10 Th 16:00 Lichthof

Electron density measurement in a pulsed-power plasma by laser interferometry — ●FELIX MACKEL, PHILIPP KEMPKES, HOLGER STEIN, JAN TENFELDE, and HENNING SOLTWISCH — Institut für Experimentalphysik V, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

A pulsed-power experiment has been designed to produce arc-shaped magnetic flux tubes similar to ascending solar flares. The tubes are filled with hydrogen plasma ($n_e \approx 10^{21}$ m^{-3}) and expand with a velocity of 2.5 $\text{cm}/\mu\text{s}$, while keeping their minor radius of about 1.5 cm constant. In order to characterize the plasma regime and to investigate relevant MHD phenomena accurate data on parameters like electron density and mean energy are essential.

For measuring the line integrated electron density a laser interferometer is set up. A narrow cw CO₂ laser beam ($\lambda = 9.3$ μm , $P \approx 3$ W, beam diameter typically 5 mm) traverses the vacuum vessel perpendicular to the plane of the plasma arc. It experiences a change in the optical path length when the flux tube passes by. The resulting phase shift is detected by measuring the light intensity after superposition with a reference beam. Time resolved measurements allow for the calculation of the radial electron density distribution in the flux tube if cylindrical symmetry is assumed and possible changes in the density profile during the passage are neglected.

P 18.11 Th 16:00 Lichthof

TDLAS and BBAS on Microplasmas in atmospheric pressure — ●BENEDIKT NIERMANN, MARC BÖKE und JÖRG WINTER — Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik II, Bochum, Germany

Die Methode der Diodenlaser-Absorptionsspektroskopie und Breitband-Absorptionsspektroskopie (BBAS) soll für die Anwendung auf Mikroplasmen optimiert werden. Die Methode ist sehr flexibel und erlaubt es, orts- und zeitaufgelöste quantitative Messungen der Konzentrationen von Radikalen und angeregten Atomen sowie der Gastemperatur in Mikroplasmen über einen sehr weiten spektralen Bereich durchzuführen. Wir wollen fs Faserlaser mit angelegelter photonischer Faser benutzen, um ein intensives Superkontinuum von ca 450 nm bis 1700 nm Wellenlänge zu erzeugen und dies als Lichtquelle für BBAS nutzen. Die Spektren sollen mit einem hoch auflösenden Spektrometer aufgenommen werden. In einem zweiten Projektteil wollen wir die sehr hohen Leistungsdichten nutzen, die mit fs Faserlasern erreichbar sind, um die Zündbedingungen für Mikroplasmen und die Plasma-Oberflächen-Wechselwirkung aufgrund nicht-linearer Absorption zu modifizieren und systematisch zu untersuchen.

P 18.12 Th 16:00 Lichthof

Ortsaufgelöste spektroskopische Untersuchung von Ozonformation in einem miniaturisierten Atmosphärendruck-Plasma-Jet — ●HENDRIK BAHRE¹, HARTMUT LANGE², RÜDIGER FOEST² und VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN¹ — ¹Ruhr-Universität Bochum, Inst. f. Experimentalphysik II, 44801 Bochum — ²Leibniz Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V., 17489 Greifswald

Atmosphärendruck-Entladungen erfreuen sich wegen ihrer vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten eines immer größer werdenden Interesses. Die Untersuchungen werden an einem bei 13,56 MHz RF-angeregten miniaturisierten Atmosphärendruck-Plasmajet durchgeführt, der mit einem Gasgemisch aus Helium und einer geringen Beimischung von Sauerstoff ($\sim 1\%$) betrieben wird. Die komplexen Prozesse in den Entladungen sind jedoch nur teilweise verstanden. Verschiedene ortsaufgelöste spektroskopische Untersuchungsmethoden wie (V)UV-Emission und Absorption sollen dazu beigetragen speziell Erzeugungs- und Vernichtungsprozesse von Ozon sowohl innerhalb des Plasmas als auch im Effluent aufzuklären. Diese Untersuchungen ergänzen eine Serie von anderen Untersuchungen zur Charakterisierung der Entladung wie

Konzentration des atomaren Sauerstoffs und Entladungsdynamik. Für die Absorptionsspektroskopie bei 254 nm wird die Emission einer stabilisierten Quecksilber-Lampe verwendet. Die aktuellen Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert. Diese Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes A1 der Forschergruppe FOR1123 der DFG durchgeführt.

P 18.13 Th 16:00 Lichthof

Analyse der Kontur selbstumgekehrter Spektrallinien bei zugrundeliegendem Peach-Profil mittels der Bartels-Theorie — HARTMUT SCHNEIDENBACH, MARTIN WENDT, STEFFEN FRANKE und •JACOB ZALACH — INP-Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2, D-17489 Greifswald

Die Bartels-Theorie der Linienemission inhomogener Plasmaschichten gestattet die Temperaturbestimmung aus den Radianzmaxima geeigneter selbstumgekehrter Spektrallinien. In [1] wurde diese Theorie auf die Bestimmung der Linienform aus der gemessenen Kontur angewandt. In Hochdruckplasmen kann die quasistatische Van-der-Waals-Wechselwirkung nicht nur im fernen roten, sondern auch im blauen Linienflügel zu starken Abweichungen vom Lorentzprofil führen. Eine einheitliche Beschreibung der Wechselwirkung vom Linienzentrum bis in ferne Bereiche beider Linienflügel liefert das Peachprofil. Dieses Profil wurde in Verbindung mit der Bartels-Theorie auf die Analyse der Kontur verschiedener Quecksilberlinien eines HID-Plasmas angewandt. Das Peachprofil wird durch die C6-Konstante sowie die Temperatur und Dichte des Strahlers bestimmt. Es werden die erweiterten Diagnostikmöglichkeiten einer solchen Analyse aufgezeigt sowie die Besonderheiten der Resonanzlinie bei 254 nm diskutiert.

[1] H. Bartels, H. Zwicker, Z. Phys. 166 (1962) 148

P 18.14 Th 16:00 Lichthof

Investigation of Table Top X-Pinches — •HANNES BOHLIN — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Greifswald, Germany

The X-pinch is created by passing a large current through two or more wires crossed and touching at a single point. The X-pinch has been found to be an excellent source of high intensity, short duration X-rays, which has led to a wide range of applications in areas such as lithography, radiography, biomedicine, and materials science. An investigation was carried out relating to how the characteristics of the X-rays emissions and plasma dynamics of X-pinches change with the number of wires utilized. The pinches were created by passing a 58ns, 38kA current pulse through 5*mm tungsten wires. Wire configurations using 2, 3, 4, and 6 wires were used. The main diagnostic tools consisted of a CCD camera for time-integrated optical images, a pinhole camera to record time-integrated images of the X-ray emissions and X-ray diodes to determine the pinch time. X-pinches with a greater number of wires were found to result in an increase in size and intensity of the vertical plasma jets, as well as an increase in the time taken before the pinch would occur.

P 18.15 Th 16:00 Lichthof

Untersuchung schneller Plasmaprozesse am WEGA-Stellarator mit Hilfe eines Halbleiterbolometers — •MICHAEL GLAUBITZ, DAHONG ZHANG und MATTHIAS OTTE — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATON Ass., D-17491 Greifswald

Am Stellarator WEGA dienen Bolometer zur Bestimmung der vom Plasma emittierten Gesamtstrahlungsleistung, und zur Berechnung von Strahlungsprofilen. Ein 16-Kanal Halbleiterbolometer auf Fotodiodebasis wurde optimiert und an WEGA installiert. Die verwendeten AXUV-Dioden boten Zugang zu schnellen Plasma-Effekten. Bei einer Magnetfeldstärke von 0.5T wurden Argon- und Helium-Plasmen mit Hilfe einer 28GHz-Mikrowellenheizung zentral geheizt. Der Heizprozess basierte dabei auf der OXB-Modenkonzersion, welche ein überdichtetes Plasma mit Elektronendichten über $1 \times 10^{19}/m^3$ und Elektronentemperaturen von einigen 10eV erzeugte. Das Plasma wurde während des Konversationsprozesses zeitlich hochaufgelöst untersucht. Zudem konnten mit dem Halbleiterbolometer die Zündung, das Erlöschen und die räumlich-zeitliche Ausdehnung von WEGA-Plasmen untersucht, sowie die Ausbreitung von Wärmewellen mit Hilfe von Modulationsexperimenten nachgewiesen werden.

Da die Empfindlichkeit der verwendeten AXUV-Dioden im UV-Bereich stark unter den Herstellangaben lag, wurden entladungsspezifische Kalibrationsfaktoren bestimmt. Die erhobenen Daten wurden mit denen eines als Referenz dienenden Goldfolienbolometers verglichen.

P 18.16 Th 16:00 Lichthof

Bestimmung des diamagnetischen Effekts in WEGA-Plasmen — •ENRICO CHLECHOWITZ, HEINRICH P. LAQUA, STEFFAN MARSEN, TORSTEN STANGE, ANDREAS WERNER und MATTHIAS OTTE — MPI für Plasmaphysik, 17491 Greifswald, EURATOM Association

Durch die Verwendung eines effizienten Heizszenarios, das auf der Konversion der eingestrahlten elektromagnetischen Welle in eine elektrostatische Bernsteinwelle beruht, ist es am WEGA Stellarator möglich, Dichten von über $1 \cdot 10^{19} m^{-3}$ bei 0.5 T-Betrieb zu erzielen. Mit Hilfe des diamagnetischen Plasmastromes, der eine Abschwächung des von außen angelegten Magnetfeldes bewirkt, wird es möglich, die eingeschlossene Plasmaenergie und somit das poloidale β sowie die Energieeinschlusszeit zu bestimmen. Da diese Reduzierung in der Größenordnung von nur 10^{-4} bis 10^{-5} in Bezug zum Toroidalfeld liegt, ist eine genaue Kompensation des von der diamagnetischen Schleife gelieferten Magnetfeldsignals notwendig. Hierfür wurden verschiedene Systeme, bestehend aus externen Rogowski- und Kompensationsspulen verwendet. Zusätzlich wurde ein Einbau dieser Diagnostiken auch innerhalb des Torus vorgenommen. Um die erhaltenen Messwerte zu verifizieren wurde ebenfalls ein internes Zwei-Schleifen-System aufgebaut, welches aufgrund einer Verhältnisänderung zwischen den beiden Flussignalen ein kleineres Nutzsignal bei jedoch gleichzeitig verbesserter Kompensation vorbringt. Ein für Wendelstein 7-X entwickelter digitaler Integrator, basierend auf einer gechoppten Eingangsstufe und einer digitalen Integration, wurde erfolgreich für die Bestimmung der gemessenen Flussignale getestet und verwendet.

P 18.17 Th 16:00 Lichthof

Radiation trapping and the measurement of metastable density by optical emission spectroscopy — •VLADIMIR SUSHKOV, HOANG TUNG DO, and RAINER HIPPLER — Institute of Physics, University of Greifswald, Felix-Hausdorff Strasse 6 17489 Greifswald

Radiation trapping of photons emitted from Ar and Ar/C₂H₂ radio frequency plasmas was studied both theoretically and experimentally. Intensities of lines emitted from level 2p₆ (Paschen notation) to levels 1s₄ (800.6 nm) and 1s₅ (763.5 nm) of argon were measured with optical emission spectroscopy (OES). The intensity ratio of these lines is proportional to their escape factor ratio which depends on the density of the lower states (1s₄* - resonant and 1s₅ - metastable). The escape factors were theoretically calculated in dependence on metastable and resonant densities, and utilized within the framework of effective lifetime concept. Metastable density was then calculated from the measured escape factor of photons emitted from the plasma. Metastable and resonant densities were also measured by means of tunable diode laser absorption spectroscopy (TDLAS). The results were compared which gives a very good agreement between the two measuring methods. OES is, therefore, an alternative way to measure metastable density.

P 18.18 Th 16:00 Lichthof

Diagnostik an partikelbildenden Plasmen — •PATRICK SADLER^{1,2}, MORTEN HUNDT², MATTHIAS WOLTER², ANDRE MELZER¹ und HOLGER KERSTEN² — ¹Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald — ²Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Reaktive Plasmen enthalten chemisch reaktive Spezies, die ein wichtiges Werkzeug für technologische Anwendungen darstellen, sogenannte Plasmaprozesse. In Prozessplasmen kann es durch komplexe plasmachemische Vorgänge zur Bildung von Partikeln kommen, die einen Durchmesser von bis zu einigen Mikrometern aufweisen.

Die Charakteristika dieser Partikelbildung werden mit verschiedenen Diagnostiken in acetylen- und methanhaltigen Hochfrequenzplasmen untersucht. Dabei kommen Laserabsorptionsspektroskopie (QCLAS) zur Bestimmung der absoluten Methan- und Acetylenkonzentrationen sowie Elektronenresonanzspektroskopie (SEERS) zur Messung der freien Elektronendichte und der Elektronenstoßrate im Plasma zum Einsatz. In Ergänzung dazu werden Messungen der DC-Self-Bias sowie optische Lasertransmissionsmessungen direkt mit dem Partikelwachstum in Verbindung gebracht. Durch die Kombination der verschiedenen Diagnostikverfahren kann die Wirkung der Partikelbildung auf die Plasmaparameter bestimmt und ein Einblick in die ablaufende Plasmachemie gewonnen werden.

P 18.19 Th 16:00 Lichthof

Eine neuartige Kraftsonde zur Bestimmung des Impulsstroms energiereicher Teilchen — •ALEXANDER SPETHMANN, THOMAS TROTTEBERG, VIKTOR SCHNEIDER und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität Kiel, 24098 Kiel

Bisherige Plasma- und Ionenstrahldiagnostiken wie Langmuir-Sonden, Gegenfeldanalysatoren und Farraday-Cups basieren auf elektrostatischen Messprinzipien. Sie beschränken sich daher auf die Erfassung von Strömen geladener Teilchen und deren Energieverteilung. Jedoch werden in Ionenstrahlanlagen über Ladungsaustauschstöße auch energiereiche Neutralatome erzeugt, so dass abhängig von der Neutralgasdichte in der Targetkammer ein Teil des Ionenstrahls in einen Strahl neutraler Atome umgewandelt wird [1,2]. Oft geschieht dies ungewollt, der Effekt kann aber auch gezielt verwendet werden, um einen neutralen Atomstrahl zu erzeugen (z.B. Neutral-Beam Assisted Etching [3]). In diesem Beitrag wird eine neuartige Kraftsonde vorgestellt, die den auf ein Testsubstrat übertragenen Impulsstrom von sowohl geladenen als auch ungeladenen Strahlpartikeln misst.

- [1] V. Schneider et al., *Rev. Sci. Instrum.* (accepted for publ.)
 [2] T. Trottenberg et al., *IEEE Trans. Plasma Sci.* (accepted for publ.)
 [3] T. Yunogami et al., *J. Vac. Sci. Technol. A* 13, 952 (1995)

P 18.20 Th 16:00 Lichthof

Measurement of the Drag Force on Microparticles in an Energetic Ion Beam — VIKTOR SCHNEIDER, •THOMAS TROTTEBERG, and HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel

In complex (dusty) plasmas the coexistence of microparticles and streaming ions is a common situation, e.g. in natural environments in space, in laboratory plasmas and in technological applications.

A new experiment for the study of forces on microparticles in an ion beam is presented. A 125 mm broad beam ion source provides a vertically upward directed beam of several hundreds of eV wherein hollow glass spheres ($\sim 100\mu\text{m}$) are injected. The particles are illuminated by a diode laser and their trajectories are recorded with a ccd camera. From the trajectories the acceleration and the net force on the particles are determined. The experimental setup allows a measurement of the momentum transfer due to the two possible mechanisms, i.e.

ion-dust and fast-neutral-dust collisions (the fast neutrals stem mainly from charge-exchange collisions). If the ion beam current density and the ion velocity distribution are known, the net force can be attributed quantitatively to the two mechanisms.

The experimental situation differs in essential aspects from typical dusty plasma experiments, where the ion energies are mostly in the order of room temperature thermal energies ($< 1\text{eV}$), and the ion velocities are rather isotropically distributed than directed (subthermal ion drift).

P 18.21 Th 16:00 Lichthof

Magnetische und bolometrische Diagnostik an TJ-K — •STEFAN MERLI¹, EBERHARD HOLZHAUER¹, ALF KÖHN¹, MIRKO RAMISCH¹, DAIHONG ZHANG² und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaphysik, Universität Stuttgart — ²MPI für Plasmaphysik, Greifswald

Neue magnetische und bolometrische Diagnostiken wurden am Stellarator TJ-K aufgebaut. Die magnetischen Diagnostiken, bestehend aus diamagnetischen Spulen, sowie aus Sattel- und Rogowski-Spulen, dienen zur Untersuchung des Plasma- β und des Energieinhalts, sowie der Ströme im Plasma. Da die magnetischen Signale sehr klein und vom Hauptmagnetfeld überlagert sind, wird das Plasma moduliert und die Messung mit einem Lock-In-Verstärker durchgeführt. Die Ergebnisse aus Messungen mit den magnetischen Sonden über einen weiten Plasmaparameterbereich werden vorgestellt. Die mit der diamagnetischen Spule bestimmten Werte für den Energieinhalt und das Plasma- β werden mit Werten aus Profilmessungen mit Langmuir-Sonden verglichen.

Die bolometrische Diagnostik, bestehend aus einem Array aus acht Goldfolien-Bolometern, dient zur Untersuchung der emittierten Strahlungsgleistung und der dazugehörigen Profile. Das Bolometer-Array wurde bereits an TJ-K installiert, der elektrische Aufbau und die Datenaufnahme werden noch optimiert. Erste Abschätzungen zur globalen Energiebilanz werden diskutiert.